云南植物研究 4(3)：289—296，1982
Acta Botanica Yunnanica

人工胶林群落结构生物学效应的观测及若干生态因子变化规律的研究*

单 勇

（中国科学院云南热带植物研究所）

摘 要

采用近代仪器与传统小气候观测相结合的方法，研究了人工胶林群落结构的生物学效应；对若干生态因子变化规律进行了初步讨论。胶树体温与测试地日照强弱密切相关。西双版纳树温西南高，东北低，西向与北向最高温之差约为1℃；树表和浅层受日照影响直接而明显，随深度增加而减弱，树心比较间接，既受环境影响又受本身机体调节。冬季胶林边行热效应较明显，比林内树温高2℃左右，若加充分利用对防寒有一定意义。树温和气温有差别，气温变幅大，树温变幅小，有利于植物正常生活，建议直接测定树温观察寒害。胶林中适当种植茶树，冷季有增暖效果，能对轻度寒害起缓冲作用。涂黑树干法不是理想防寒措施，因边行增温不明显，况且密林深处有轻微降温趋势，可能导致寒害加重。

探索光、热、水、肥等生态因子在不同群落结构中生物学效应的变化规律，是多层多种人工胶林群落研究的基本内容之一。通过对这些效应的观测可为筛选合理群落结构提供一些依据，同时可以加深对某些植物生理现象和功能的认识，因此具有一定的意义。

一、测试内容和方法

本试验采用比较近代的仪器测试与传统的小气候布点观测相结合的方法，从1979年11月初至1980年4月底(旱季，晴稳天多，胶树休割期)，对本所人工多层胶林群落进行连续系统的对比测试。内容包括单层纯胶林；橡胶〔三叶橡胶Hevea brasiliensis (H.B.K.) Muell.-Arg.〕·茶叶〔云南大叶茶Camellia sinensis O. Ktze. var. assamica (Mast.) Kitamura〕二层间作林；橡胶·乔木萝芙木 (Rauwolfia vomitoria Afz. ex Spreng.)·千年健〔Homalomena occulta (Lour.) Schott〕三层混交林三种不同群落结构中光照、温度、湿度、风速等四个因子的昼夜变化。光照测定采用半导体照度计（德产）分

* 本文于1981年8月10收到。
参加观测的有彭桂英、朱绍兰、袁明辉等；张克映同志工作调动前也参加了一段时间工作；临时协助部分观测的还有张忠芬、刘国武、刀样生、罗正元。冯跃宗付教授一直关心和指导这项研究工作；本文曾送请吴征镒教授审阅，特此一并致谢。

别同时测定各种群落结构中预先设置的样方（每平方米一个，各为五个重复，在四个边角及中心扫描读数）中的光照强度，同时收集称量各样方中的落叶量，计算落叶进程，以旷地为对照换算百分比进行透光度的综合比较。风速采用热线微风仪（德产）。温度包括气温和树温。气温以常规小气候观测为主，不同群落结构中一、二、三层各设一观测点，取其离地20厘米、50厘米、150厘米三个高程的梯度，每一高度置干、湿球温度计，最高最低温度计各一支，每日8时、14时、20时定时观测。另不定期用远红外测温仪（国产，红外表面温度仪）辅助测定冠层和林下层气温。树温采用打孔法（孔径7毫米），用热电偶点温仪（英产，液晶数字显示温度仪）对橡胶树体的东、南、西、北四个方位，深度各为0厘米（树表）、2厘米、5厘米、10厘米，北面另加形成层和树心进行昼夜隔时连续测试。被测胶树为1962年定植的成年大树，胸径36—40厘米。实验地一、二、三层林毗邻相连，地形基本一致。树温观测在每月的晴稳天气条件下连续观测三昼夜。并在每一测次之末用热电偶点温仪探测当时之气温以作补充校正。在进行不同群落结构树温比较时一般采用四个方位，全部测温深度共18个测点六个昼夜的综合平均值，或根据比较内容采用不同株数、树位、方位六个昼夜平均值。试验期间共得测试数据4万6千余个，摸索到一些基本规律。现将光、热效应的一些观测资料加以整理总结并进行初步分析讨论。本工作是一项新尝试，所以结果仅供参考。

二、测试结果和变化规律

1.不同方位的树温变化规律

大量测试数据表明，同一植株不同方位的树温是有差异的，这种差异除受树体生理功能的调节外，主要受外界光照方位变化的影响。

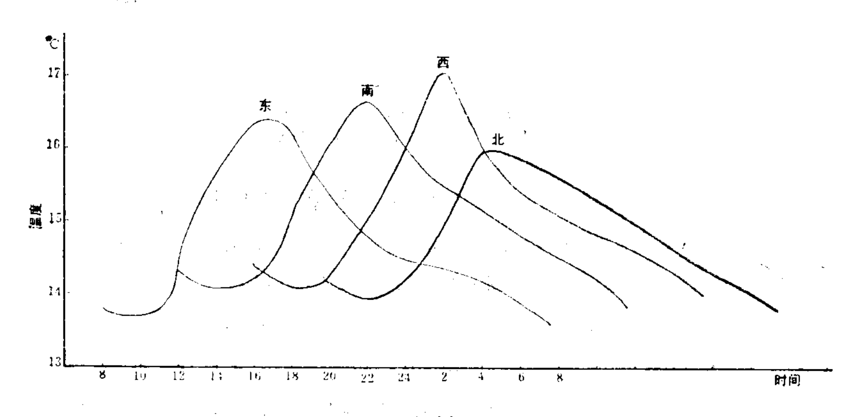


图1 不同方位树温变化情况

上图为第1、3、5、7、9、11等6株，6天平均值；各向起点均为8时，为方便比较，绘图时南、西、北各向分别后推4小时。

图1为北纬21°41′冬至以后测得的橡胶树不同方位树温昼夜变化图。可以看出一昼夜中最高温以西向最高，且升降迅速，但下午降温较上午升温缓和，其次是南向和东

向，北向树温最低，然而变化趋势较缓和，夜间降温较慢，这一规律与测试地区冬至以后太阳不过天顶，绕行南部天空没于西边的过程一致。西向与北向最高温之差约为1°C左右。

2.树干不同深度的树温变化规律

测试结果表明树体温度内外是有较大差异的，而且昼夜之间各循不同变化规律。

图2可以看出树干表面和浅层温度变化十分剧烈，上午随着阳光的增强猛烈上升，至16时左右达到最高峰值，此后随之迅速下降，其昼夜间的变幅在22°C以上。随着深度的增加，树温昼夜变幅减小，至树心基本趋于平缓，且较为相对稳定，其昼夜变幅仅在4—5°C之间。从表至里达到温度最大峰值的时间依次向后推延。十分有趣的是16时之前，当树表及浅层树温不断急速上升之时，树心及深层树温非但没有升高，反而是不断下降的趋势，其温度上升的时刻，恰是浅层开始下降时刻。树心从16时左右开始上升一直持续到第二天的凌晨。虽然时至19点左右已经日没，光照已经消失，树心温度依然不断升高，直至子夜之后的4点左右才达到一昼夜间的最高值，此后逐渐缓慢降温。从上述树干不同深度树温的变化揭示了光照的影响和热量在树体中交流传导和机体调节的整个过程。

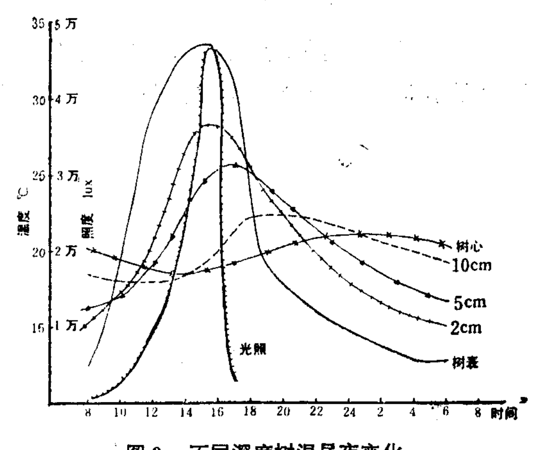


图2　不同深度树温昼夜变化

第5、7、9、11共四株六天平均值。

如图3，要是我们把一个昼夜划分为午前、午后、前夜、后夜四个时段**，树体热量传导的过程是：午前日出树表吸热向内传，但树体深层由于前日的潜热较高也向外

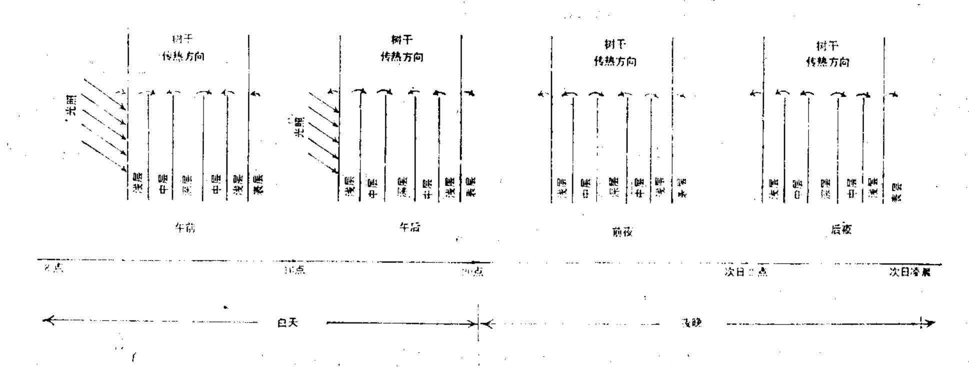


图3　橡胶树体温度昼夜吸热、放热及传导过程(示意图)

被测植株同图2。

**这里说的四个时段午前、午后、前夜、后夜是泛指①早晨至阳光最强。②光开始减弱至夜幕降临。③夜幕至次日2点。④次日2点至次日凌晨；即8—16→次日2点→次日凌晨。

传，故午前是内外向中层传导期；午后，日照逐渐减弱表温开始下降，但中层开始向内传热，故深层陆续升温，此时为深层得热期；前夜日照已经消失，随着气温的下降树表大量向外散热，此时中层则处于同时向外，向内传热的过程，故树心仍然升温，可称为中层双向散热期；后夜至凌晨树表温达到最低值，此时温暖的树心才徐徐向外输热，可称为深层散热期。次日再次周而复始，使树温不断处于动态平衡之中。

3.不同树位树温变化规律

图4为不同树位光照及树温变化情况，光照从林缘向里随距离增加而减弱，至第三行光照剧减，此后林内光照比较接近。边行植株接受日照后树体升温迅速，峰值较高，

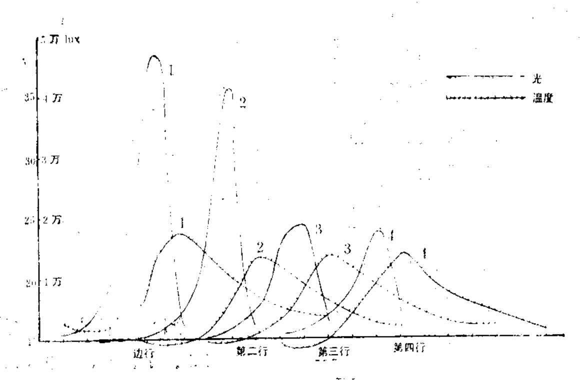


图4　不同树位光照、树温变化情况

行距6公尺；每株18测点6天平均值。

而第二行以后升温较缓和，峰值约低于边行2—2.5°C。树体低温时刻出现于早上8至10时之间，且随着树位向里而降低，边行树温低温时刻约比林内第四行高2°C左右。

4.光照、气温、树温相关性及其变化规律

图5为单层橡胶林中光照、气温、树温昼夜变化情况，图中说明气温较树温受光照的影响更为明显和直接，其昼夜间的变幅要比树温大一些，虽然二者均随光照的增强而温度升高，但气温峰值紧随光照峰值之后，而树温则要比气温延缓约两个小时。此外还能看出日没之后的夜间至次日10时之前（即次日日出之前）气温处于相对低温阶段，而树温则较为温暖，二者差值约在2—3°C之间。

5.不同层次热效应的变化规律

图6为单层林和三层林气温和树温昼夜变化情况。单层林内气温和树温高峰值比较接近，而三层林内差值较悬殊；若以三层与单层相比，则三层林气温高于单层气温，然而树温与此相反，三层低于单层。这表明两种群落结构形成林内气温和树温的因素是不一致的。我们推测单层林地林冠较为疏朗，有更多的光照直射林内，树干获得太阳辐射热多，因此树温高；而三层林地除胶树冠层的覆盖外还有第二层乔木萝芙木树冠的再次覆盖，（试验地内乔木萝芙木树冠层枝叶比较稠密且紧接胶带冠层之下，萝芙木冠层下缘

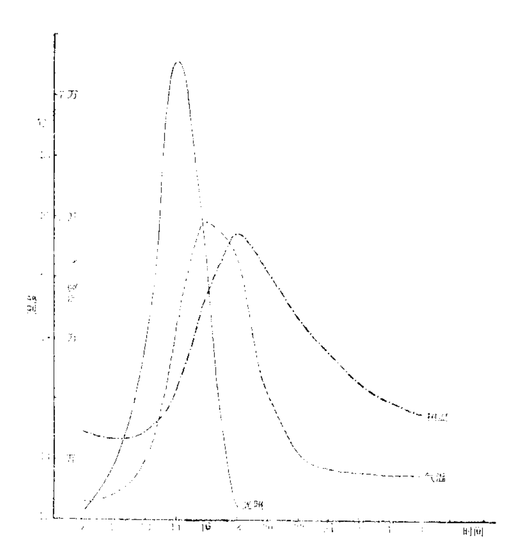


图 5　光照、气温、树温变化情况
树温为第 3 、 5 、 7 、 9 、11五株六天平均值，气温为每一测次末热电偶探头值。

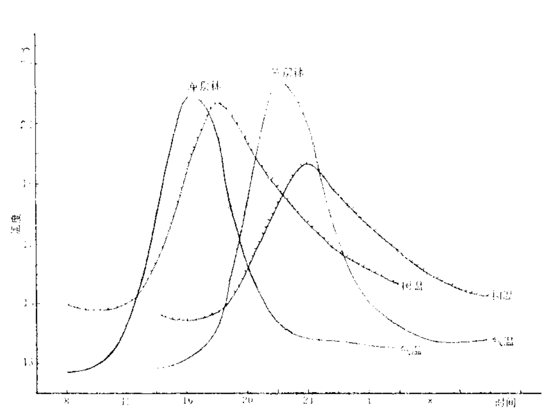


图 6　不同层次气温、树温昼夜变化
①第 3 、 5 、 7 、 9 四株六天平均值，②三层林的中层为乔木萝芙木，成年亚乔木，冠层枝叶稠密，离地 4 公尺，③一、三层测点高度一致，均为离地50cm处。

离地为 4 公尺左右。）林内树干获得太阳辐射热少，故树温低。我们测定郁蔽期单层林内透光度为9.1%，而三层林内仅为5.5%。但冠层覆盖的稠密造成相对的静风区，这样便造成了一方面抑制白天增温的林内暖气与夜间林外冷气的对流，另方面又阻碍了夜间上层林冠冷气的下沉，“暖房效应”起到一定作用，故气温反高于单层林地，这就是说除内在因素之外，树温的主导因素是太阳辐射[1]；气温的主导因素是群落冠层稀密度[2]。

6.落叶期落叶量和胶茶群落中温度变化的关系。

图 7 中长方条代表旬落叶量的相对百分比，实线内为单层，虚线内为二层；曲线为日平均气温（五日滑动均值），实线为单层，线上带点为二层。图中表明，胶茶群落（二层林）在落叶初始阶段日平均气温低于纯胶林（一层），但随着落叶量的增大，胶茶林林冠逐渐稀朗，光照增强气温有所提高而超过单层林地，我们实测结果，于元月18日至19日之间胶茶群落林冠落叶量至19%左右开始转化，大约平均提高0.3—0.6°C。此后不久本年度最低温到来，虽然落叶量的继续增大无力阻止林间气温的低温期的到来，可是自元月18—19日胶茶群落向增暖转化后气温一直高于单层群

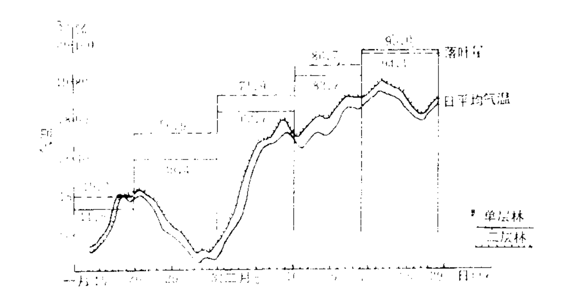


图 7　低温期落叶量与“增暖效应“转化的关系

落0.3—0.6°C左右，这对常年一般性“寒害”无疑可以起着一个缓冲作用。

另外从图中还可以看到，胶茶群落气温超过单层林的转化点时落叶量为19%左右，单层落叶量约为11%，其差值为8%左右，由此使我们可以作这样的推测：8%的多余落叶量是胶茶群落前期气温低于纯胶林的导致因素，要使胶茶二层林无论何时均较纯胶林“暖和”则可拉宽胶树种植密度，将现有株行距6×6公尺的胶茶群落结构的上部林冠覆盖度至少降低8—10%方有可能。

7.涂黑树干的光热效应

黑色物体能够吸收日光中的七色光谱，从而可以获得比其它色体更多的能量，于是人们设想把树干涂黑或用油毛毡包树干作为一项防寒措施并加以应用[3]。涂黑树干是否有防寒作用？其防寒的效果究竟有多大？尚未见到有关实验数据的报导，也未见有理论方面的探讨。为使涂黑树干的防寒效果有比较明确的认识，我们在环境条件基本一致的同一橡胶林段选取相邻二行植株，其中一行把树干涂黑，另一行不涂黑为对照，从林缘向里每隔一株测定树体温度，隔时连续昼夜测定（方法同前述），结果发现涂黑植株边行和第三行植株比对照略有增温，分别为0.7°C和0.5°C，但至第五行植株以后非但没有增温反而微有下降，至第九行株和第十一行株时树温表现为相等，如图8。如何认识这一现象呢？我们认为边行植株和靠近边行植株的黑色树干在白天日光直接照射下确实能够获得比对照植株更多一些的热量，因而促使树温增高，但是林内植株光照微弱，因此虽然涂黑也不能得到更多的热能。此外，我们进一步从两种颜色树干树温昼夜变化规律里发现，完全无光的夜间黑色树干当外界空间处于低温的时候，散热也略比对照树干较快一点，因此密林深处涂黑植株温昼夜平均值反低于对照株。即白昼的微弱增温没有足以弥补夜间散热的损失，故就整个昼夜平均树温而言，密林深处涂黑植株略低于对照株。如图9所示。

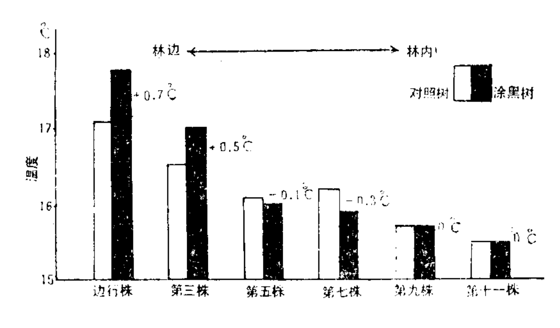


图8　涂黑树干的光热效应

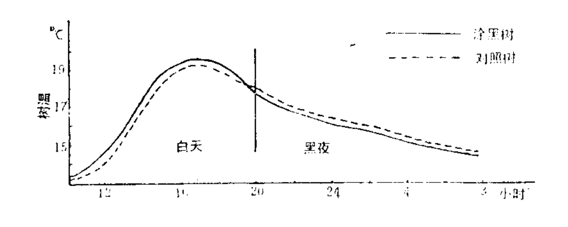


图9　密林深处（第七株）涂黑株树温昼夜变化

三、讨　论

1.树温的高低与日照的强弱有密切的关系，但树温并非动物体温那样均匀恒定，树温不仅表现出昼夜的周期性的较大变化，而且随着深浅变化和方位的不同有差异，因此是一个比较复杂多变的指标。西双版纳树温的方位性是西南高，东北低。这就是人们通

常遇到的植物栽培中的“西向效应”。植物树温的方位性显然与测试地区的地理纬度和季节变化构成的太阳的高度角和方位有关。

2.树表和浅层受日照影响直接而明显，其影响随着深度增加而减弱，深层和树心受日照的影响是间接的，它们遵循热量交换与平衡的规律，因此日照强度的昼夜进程与树心温度昼夜进程并非并行正相关的简单规律，如上所述它既受环境条件的影响又受内部机体的调节。

3.我们测试的西双版纳地区冷季“边行热效应”是比较明显的，其利用价值尤其表现在低温期最低温度的提高方面，纯胶林群落边行热效应比林内高 2 °C左右，在生产实践中若能充分利用边行热效应，可能成为建立暖性群落的方向和防御寒害的有效措施。

4.胶林群落中树温和气温是有差别的，这表现在气温昼夜变幅大，而树温变幅小，处于气温变幅上下线之中，这种相对的稳定性有利于植物的正常生活。以前人们都以气温作为寒害指标，显然其代表性是不够的。若有条件，建议今后采用点温仪直接测定树体温度更能说明问题。

5.纯胶林下增加一个茶树成员树种后，具有冬期增温的作用。虽然增温值并不算高（0.3—0.6°C），但我们相信在我国南方轻寒害植胶区的实际应用中对寒害的危害程度会有一定缓冲作用。

6.根据上述涂黑树干光热效应的实验结果，我们得出如下看法：涂黑措施不是理想的防寒措施，第一，因为涂黑增温效果不够明显，即使最边一行也仅比对照树提高0.7°C，而且随着林子的加深作用迅速消失；第二，密林深处反而有轻微降温趋势，不仅不能起到防寒作用，而且有可能导致寒害的加重。

参　考　文　献

〔1〕 何景，1959：植物生态学，高等教育出版社，81—83。
〔2〕 P. W. 理查斯（张宏达等译），1959：热带雨林，科学出版社，179—181。
〔3〕 郝永路等，1979：橡胶树物理防寒措施试验初报(摘要)，华南热作科学研究院研究报告第一期 2 — 4 页。

THE OBSERVATIONS ON THE BIOLOGICAL EFFECTS OF THE COMMUNITY STRUCTURE OF ONE ARTIFICIAL RUBBER FOREST WITH THE STUDIES OF THE VARIATION REGULARITY OF SOME ECOLOGICAL FACTORS

Shan Yong

(Yunnan Institute of Tropical Botany, Academia Sinica)

Abstract

The biological effects of the community structure of one artificial rubber forest were observed with the modern instruments and the traditional microclimate observations. The variation regularity of some ecological factors was preliminarily discussed. It was observed that the temperature of rubber trees and the sunlight intensity at the experimental locality were closely related. In Xishuanbanna, the rubber tree temperature of facing southwest part is higher than that of facing northeast part. The highest temperature difference between W and N parts of rubber trees was 1 °C. The temperatures of the surface and shallow parts of the rubber trees were directly and obviously influenced by the sunlight intensity. And the influence was gradually reduced to the deeper parts of the rubber trees. The core parts of the rubber trees were indirectly influenced by the sunlight intensity. But they were not only influenced by the environment but also subjected to the regulations of the rubber trees themselves. During the winter, the thermal effect was more obvious on the rubber forest border than in the forest deeps. The temperature of the forest border was 2 °C higher than that of in the forest deeps. This kind of temperature difference may be used in the cold prevention on artificial rubber forest. Since the temperature of rubber trees is different from the air temperature. While the air temperature changes relatively limited. This difference of temperature variation is favourable to the normal growth of plants. It is proposed that to measure the temperature of rubber trees can be used in the observation of cold injury. It is useful to cultivate some tea trees in rubber forest to increase the forest temperature in winter. It is not an ideal method of cold prevention to apply a black coating on the trunks of rubber trees because the increase of the temperature on the forest border is not much obvious in winter. Moreover, if such method to be used in rubber forest deeps, there would be a tendency of slight decrease of the temperature which may increase the cold injury to rubber trees.